

MAT DE VERRE AIGUILLETE

L'invention concerne la fabrication de mats de fils de verre utilisables pour le renforcement de matériaux composites préparés notamment par injection (procédé dit RTM de l'anglais « Resin Transfer Moulding ») ou préparés à partir de préimprégné en feuille (synonyme de SMC de l'anglais Sheet Molding Compound). On peut également imprégner directement le mat selon l'invention par une résine thermodurcissable, notamment pour réaliser des plaques translucides.

10 Un mat pour le renforcement de matériaux composites doit présenter de préférence les propriétés suivantes :

- avoir une cohésion suffisante pour être enroulable, déroulable (pour le stockage et le transport),
- avoir une cohésion suffisante pour être découpé en morceaux, tenu à la main et placé à la main dans le moule (RTM),
- 15 - ne pas piquer les mains quand on le manipule ou place dans le moule (RTM),
- se laisser facilement déformer à la main lorsqu'on le place manuellement dans le moule (RTM),
- 20 - conserver correctement la forme donnée à la main dans le moule (RTM),
- se laisser imprégner par la résine d'injection ou du SMC (généralement du type polyester et parfois du type epoxy) le plus facilement possible,
- avoir une structure la plus homogène possible, en particulier sans trous ou autre particularité en surface pouvant provoquer une marque en surface du composite final,
- 25 - renforcer le plus possible le composite.

On souhaite de plus pouvoir le fabriquer

- à la plus grande vitesse possible,
- 30 - avec le moins d'étapes possibles,
- en utilisant le moins de produits chimiques possibles (comme les liants).

Le composite final doit généralement présenter la meilleure résistance aux chocs possible, le moins de porosité incontrôlée possible (pas de bulles de gaz

involontairement emprisonnées), et le meilleur aspect de surface possible, notamment le chant (face étroite) des pièces finales.

L'utilisation de fils continus mène à un avantage inattendu au niveau de l'aspect de surface et plus particulièrement du chant des composites finaux, et au
5 niveau de l'homogénéité de la répartition des fibres dans le composite final. En effet la demanderesse a découvert que le chant des pièces moulées était beaucoup plus net, lisse et mieux formé que lorsque des fils coupés étaient utilisés. Sans que cette explication ne puisse limiter l'étendu de la présente demande, il semble que l'utilisation de fils coupés implique qu'une quantité
10 importante d'extrémités de fils coupés se retrouvent à la surface ou juste sous la surface des chants de pièces. Ce phénomène a pour origine le fait que les fils coupés ont naturellement une orientation parallèle aux faces principales du composite. Cette accumulation d'extrémités de fils coupés aux chants semble favoriser la présence de porosités aux chants au début du procédé. Les bulles
15 formées se dilatent alors sous l'effet de la température (de l'ordre de 200°C pour la solidification de la résine thermodurcissable), ce qui tend à déformer l'aspect de la surface des chants. Il semble que l'utilisation de fils continus réduise considérablement ce phénomène. En effet, à la place d'une extrémité de fil à la surface (cas de l'utilisation de fils coupés), on aura plutôt une boucle de fil continu,
20 ce qui va dans le sens d'une surface plus lisse.

Pour l'application SMC, le mat doit de plus pouvoir fluer aisément lors du moulage sous presse. Rappelons qu'un SMC se présente avant moulage sous la forme d'une feuille de préimprégné contenant une résine thermodurcissable, ladite
25 feuille contenant en son milieu une nappe de fils de renforcement. Ces fils sont, selon l'art antérieur, systématiquement des fils coupés. En effet, dans le moule, le SMC est soumis à une pression et doit fluer aisément pour remplir tout le volume du moule sous l'effet de la pression. Pour l'homme du métier, ce fluage est possible du fait que les fils sont coupés et peuvent aisément se déplacer les uns par rapport aux autres. La surface de SMC avant pressage ne représente
30 généralement que 30 % environ de la surface du composite final. On passe de 30% à 100% sous l'effet du pressage. Selon l'art antérieur, pour préparer un SMC, on projète des fils coupés sur une nappe défilante de pâte à base de résine, et l'on dépose une autre nappe de pâte par dessus pour emprisonner les fils coupés comme dans un sandwich. Le SMC est ensuite enroulé et stocké. On le déroule

3

pour découper une pièce (généralement appelée « flan de préimprégné ») dont la surface représente 30% seulement de la surface de la pièce finale, on place ladite pièce dans un moule et l'on procède au moulage à chaud sous presse. La résine thermodurcissable durcit pendant ce traitement. Dans le cadre de la présente invention, on a notamment découvert que l'on pouvait utiliser non pas des fils coupés mais des fils continus dans le cadre de la technologie SMC. En effet, de façon inattendue, la nappe de fils continus peut fluer suffisamment pendant le pressage du SMC. Alors que selon l'art antérieur on n'utilise jamais de mat de fil coupé pour l'application en SMC (puisque les fils coupés sont projetés et que l'on n'isole pas un mat dans un stade intermédiaire), il a maintenant été découvert que l'on pouvait utiliser le mat de fils selon l'invention (fils coupés ou continus) dans le cadre de la technique du SMC. L'utilisation de fils continus en SMC mène de plus à un avantage inattendu au niveau des surfaces et plus particulièrement des chants des composites finaux. En effet la demanderesse a découvert que le chant des pièces moulées était beaucoup plus net, lisse et mieux formé que lorsque des fils coupés étaient utilisés. De plus, en cas d'utilisation de fil coupé, le fluage nécessaire du SMC pendant le moulage conduit à une orientation préférentielle des fils, ce qui peut engendrer des ondulations de surface. En effet, comme les fils coupés sont indépendants, ils suivent trop facilement les flux et s'orientent selon les lignes de flux. Les fils peuvent même s'agglomérer ou former des paquets en suivant trop ces flux. Au contraire, les fils continus résistent à toute orientation du fait de leur longueur, tout en suivant suffisamment l'expansion du SMC pendant le pressage. En conséquence, l'utilisation de fil continu conduit à une meilleure homogénéité du renforcement du composite. A taux de fibre identique, l'utilisation de fil continu conduit généralement à un composite ayant une rigidité supérieure de 5 à 12 % supérieur en comparaison avec une utilisation de fil coupé.

La fabrication d'un mat pour le renforcement des composites via le procédé RTM passe généralement par la dépose ou projection de fils fraîchement ensimés sur un tapis défilant. Cependant, le lit de fils n'a à ce stade pas de consistance et ne peut pas être manipulé. Il ne peut pas non plus être enroulé ni déroulé car ses différentes couches de fils se mélangeraient. On doit donc le lier, soit chimiquement, soit mécaniquement.

Pour le lier chimiquement, on lui applique un liant chimique du type thermoplastique ou thermodurcissable, généralement en poudre, et l'on procède

ensuite à un traitement thermique qui fond le thermoplastique ou polymérise le thermodurcissable et finalement après refroidissement crée des pontages entre les fils. Cependant, ce liant confère un effet ressort à la structure du mat qui a alors tendance à ne pas maintenir certaines formes moins progressives (dans les
5 coins du moule par exemples). D'autre part, on souhaite limiter l'usage de produits chimiques dans un esprit de respect de l'environnement. De plus, le traitement thermique de fusion du thermoplastique est à une température relativement élevée (220-250°C) ce qui conduit à une cuisson sévère de l'ensimage rendant les fils donc le mat plus raide et plus difficile à déformer (le réseau de verre est alors
10 bloqué).

Pour lier mécaniquement un mat, on peut lui faire subir un aiguilletage classique. Cependant, cela conduit généralement à la cassure de fils, provoquant une baisse des propriétés mécaniques, ainsi qu'à la formation de pointes sortant d'au moins une face du mat. Ces pointes piquent alors les mains des
15 manipulateurs. De plus, comme le mat avance alors que les aiguilles plantées dans le mat sont fixes à l'horizontale et ne se déplacent qu'à la verticale, cela provoque des perforations bien plus importantes que la section des aiguilles et cela tend à tordre les aiguilles. Ces perforations marquent la surface, ce qui se traduit par des défauts de surface dans la pièce finale. En effet, ces trous se remplissent de résine et du fait du retrait de la résine après polymérisation, des
20 creux restent visibles en surface.

On connaît les mats comprenant une âme centrale en fibres frisées de polypropylène (PP) et des couches externes de fils de verre coupés, le tout étant lié par une couture en fil synthétique comme en polyester (PET). La fibre frisée
25 tend à donner du volume au mat pour faciliter la pénétration de la résine et remplir l'entrefer du moule (espace entre les deux parties métalliques du moule). Cependant, ni le PET, ni la fibre de PP ne renforcent le composite. De plus, la couture est visible dans le composite final et les aiguilles utilisées pour la couture provoquent par ailleurs des trous en surface. Ces trous se remplissent de résine et
30 du fait du retrait de la résine après polymérisation, des creux restent visibles en surface.

Le US 4277531 (ou FR 2463221) enseigne l'aiguilletage d'un mat de brins continus de fibres de verre (« continuous glass fiber strand ») produisant typiquement 5 à 8% de filaments rompus. L'aiguilletage produit 200 à 600

5

pénétrations par 6,45 cm² (c'est-à-dire par « inch » au carré), soit 31 à 93 pénétrations par cm². La vitesse de fabrication est nécessairement très faible (de l'ordre de 1 à 2 mètres par min).

Le US 4335176 (ou FR 2494632) enseigne un mat aiguilleté de fils de verre
5 continu réalisé en faisant passer un mat de fils de verre continus, non-liés, à travers un métier à feutrer ou une machine classique à aiguilleter équipée d'aiguilles à barbes. Pendant le passage à travers la machine à aiguilleter, le mat est perforé par une série de rangées de ces aiguilles pour enchevêtrer les fils de verre et sectionner les fils afin de fournir un mat mécaniquement assemblé
10 contenant des fils et des filaments courts. Après aiguilletage, l'une des surfaces du mat comporte une accumulation plus dense de fibres saillant de la surface, appelées « pointes ». L'autre face a 25 à 50% de moins de pointes que la surface dense.

Le US 4404717 (ou FR 2502199) enseigne un procédé de fabrication d'un
15 feutre aiguilleté à partir d'une nappe continue de fibres de verre contenant une quantité notable d'humidité, la nappe subissant un traitement à l'air pour la sécher avant de passer dans l'aiguilleteuse équipée d'aiguilles à crochets. Ce traitement entraîne un plus faible encrassage de la machine d'aiguilletage à cause du liant de l'ensimage des fibres.

20 L'invention résout les problèmes sus-mentionnés. Selon l'invention, on réalise un aiguilletage très particulier sur le mat, lui donnant suffisamment de consistance, ne cassant pas ou que très peu de fils, et ne formant pas de trous trop importants. Le mat selon l'invention est suffisamment déformable à la main à la température ambiante et il est très perméable à la résine. Selon l'invention,
25 l'aiguilletage est réalisé par des aiguilles se déplaçant en même temps que le mat, avec sensiblement la même vitesse que le mat dans une direction parallèle à la direction de déplacement du mat. De plus, le nombre d'impacts d'aiguille est réduit et est au plus de 25 coups par cm², et de préférence au plus de 15 coups par cm², et de manière encore préférée au plus de 10 coups par cm². Généralement, le
30 nombre d'impact d'aiguille est d'au moins 1 coup par cm² et de préférence d'au moins 2 coups par cm².

Rappelons que les mats et les feutres se différencient nettement dans la mesure où un mat est un objet plan, utilisable comme renfort, alors qu'un feutre est un objet ayant du volume, utilisable en isolation thermique. Un mat a

généralement une épaisseur allant de 0,8 à 5 mm, et plus généralement de 1 à 3 mm, alors qu'un feutre est bien plus épais, et a généralement une épaisseur supérieur à 1 cm. Un feutre a habituellement une densité allant de 85 à 130 kg/m³. Un mat est beaucoup plus dense puisque sa densité peut être de l'ordre de 300 kg/m³. Cependant, on n'exprime jamais la densité d'un mat en masse volumique mais en masse surfacique, en tant que renfort plan.

Ainsi l'invention concerne en premier lieu un procédé de préparation d'un mat comprenant

- a) la dépose ou projection de fils sur un tapis défilant pour former une nappe desdits fils entraînée par ledit tapis, puis
- b) l'aiguilletage par des aiguilles à barbes traversant ladite nappe et se déplaçant dans la direction de la nappe à sensiblement la même vitesse qu'elle lorsqu'elles la traversent, avec une densité de coups allant de 1 à 25 coups par cm².

De préférence, les barbes des aiguilles sont dirigées vers leur support (habituellement appelé planche à aiguilles). De préférence, au moins 1 barbe et de préférence 2 barbes de chaque aiguille traversent à chaque coup l'épaisseur du mat. De préférence, la profondeur de pénétration des aiguilles (longueur d'aiguille sortant du mat après l'avoir traversé) va de 5 à 20 mm. De préférence les aiguilles ont un diamètre (plus petit cercle contenant entièrement toute section de l'aiguille y compris les barbes) allant de 0,2 à 3 mm et de manière encore préférée 0,5 à 1,5 mm. Un tel aiguilletage mène à un mat manipulable, enroulable et déroulable, facilement déformable à la main dans le moule, ne piquant pas les mains, sans marques de trous en surface. Grâce à cet aiguilletage très particulier, on peut faire avancer le mat à de fortes vitesses, par exemple à au moins 2 mètres par minute et même au moins 5 mètres par minute et même au moins 8 mètres par minute. Généralement, la vitesse est d'au plus 35 voire au plus 30 mètres par minute, voir au plus 20 mètres par minute. Lors de la traversée du mat par les aiguilles, des fils sont pris dans les barbes et entraînés pour former des boucles en travers du mat, sans cassure des fils. Ces boucles lient le mat et se laissent facilement déformer tout en conservant la fonction de liant pendant la mise en place dans le moule. Ces boucles ne piquent pas les mains du fait de la non-cassure des fils.

Pour réaliser un tel aiguilletage on peut par exemple utiliser certaines pré-aiguilleteuses à cylindre normalement conçues pour traiter les feutres de fibres polymère, comme par exemple la machine référencée PA169 ou PA1500 ou PA2000 commercialisée par Asselin (groupe NSC). Dans ce type de machine, les
5 aiguilles décrivent un mouvement elliptique avec une composante horizontale permettant aux aiguilles dans le mat de le suivre dans son déplacement.

Le mat selon l'invention a généralement une masse surfacique allant de 50 à 3000 g/m². Il peut s'agir d'un mat à fils coupés ou d'un mat à fils continus. Ainsi, avant l'aiguilletage, on dépose ou projette sur le tapis défilant en direction de
10 l'aiguilleteuse des fils coupés, généralement de longueur comprise entre 10 et 600 mm et plus particulièrement 12 à 100 mm, ou des fils continus. Dans le cas de fils continus, ceux-ci, dont le nombre peut aller de 5 à 1200, sont projetés sur le tapis défilant par l'intermédiaire d'un bras oscillant transversalement par rapport à la direction de défilement du tapis. Pour la technique de projection de fils continus,
15 on peut par exemple se référer au WO 02084005. Chacun des fils projetés peut comprendre 20 à 500 fibres (en fait, filaments continus) unitaires. De préférence, le fil a un titre allant de 12,5 à 100 tex (g/km).

La matière constituant les fibres (filaments continus) et donc les fils peut comprendre un verre fibrable tel que le verre E ou le verre décrit dans le
20 FR2768144 ou un verre alcalino-résistant dit verre AR, lequel comprend au moins 5% en mole de ZrO₂. Notamment l'utilisation de verre AR mène à un mat renforçant efficacement les matrices en ciment ou pouvant renforcer les composites à matrice thermodurcissables devant venir en contact avec un environnement corrosif. Le verre peut également être exempt de bore. Par
25 ailleurs, on peut également utiliser un mélange de fibres de verre et de fils en polymère comme en polypropylène, notamment les fils mixtes commercialisés sous la marque Twintex® par Saint-Gobain Vetrotex France. Les fils utilisés pour réaliser le mat comprennent donc des fibres (filaments) de verre.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de mat
30 comprenant l'étape d'aiguilletage déjà décrite. Avant aiguilletage, les fils coupés ou continus sont déposés ou projetés sur un tapis défilant. A ce stade, les fils peuvent être secs, soit parce qu'ils proviennent de rovings (ou bobines), soit parce qu'ils ont été séchés après ensimage et avant l'aiguilletage selon l'invention. Cependant, la demanderesse a observé qu'il était avantageux que les fils soient

humides pour passer dans l'aiguilleteuse. En effet, le passage du tapis (ayant servi à réceptionner les fibres) à l'aiguilleteuse se fait plus facilement du fait que les fils collent un peu entre eux grâce à l'effet collant conféré par le liquide les imprégnant. Cet effet collant peut notamment être celui provenant naturellement de l'ensimage des fibres juste après fibrage. Ainsi, le saut ou passage du tapis à l'aiguilleteuse, alors même que les fils ne sont pas encore liés, se réalise de meilleure façon du fait de la cohérence de la nappe grâce à son état imprégné. Si les fils sont secs au départ, on peut même les imprégner volontairement avant l'aiguilletage de façon à faciliter les passages d'un dispositif à l'autre, plus particulièrement le saut du tapis de réception des fibres à l'aiguilleteuse.

Le mat selon l'invention peut subir au moins un séchage selon le cas. Si les fils utilisés sont secs au départ et que l'on n'imprègne les fils par aucun liquide, le séchage n'est pas nécessaire. Le séchage est nécessaire si les fils sont imprégnés d'un liquide à un moment de la fabrication du mat selon l'invention. Généralement, les fils sont fraîchement ensimés au moment de leur utilisation dans le procédé selon l'invention. Ainsi, il est possible de sécher les fils sur le tapis défilant avant l'aiguilletage. Cependant, comme déjà dit, on préfère conserver l'état imprégné pour l'aiguilletage et l'on sèche donc de préférence la nappe de fils seulement après l'aiguilletage. Le séchage peut être réalisé par passage du tapis défilant dans une étuve à une température allant de 40 à 170 °C et plus particulièrement de 50 à 150°C. Un tel traitement thermique ne produit pas de durcissement trop fort de l'ensimage des fils qui gardent toute leur souplesse.

Le mat selon l'invention peut être intégré à un complexe comprenant plusieurs couches juxtaposées. Notamment, le mat selon l'invention, dans sa variante utilisant des fils continus, peut constituer la couche à fils continus répartis de façon aléatoire de la structure fibreuse faisant l'objet du WO 03/060218 dont le texte est incorporé à la présente par référence. Plus particulièrement, le mat selon l'invention peut être incorporé dans un complexe multicouche à la structure suivante : mat selon l'invention + couche de fils coupés d'un côté du mat selon l'invention ou mat selon l'invention + couche de fils coupés des deux côtés dudit mat (complexe à 2 ou 3 couches). Ainsi, il est possible de déposer sur le tapis défilant une première couche de fibres (par exemple : fils coupés par exemple à une longueur entre 12 et 100 mm) puis de déposer sur cette couche les fils pour former le mat selon l'invention, puis de procéder à l'aiguilletage selon l'invention et

ainsi lier ensemble par l'aiguilletage les deux couches entre elles. On peut également ajouter une troisième couche (par exemple : fils coupés par exemple à une longueur entre 12 et 100 mm) avant l'aiguilletage selon l'invention.

5 En fin de fabrication du mat, on peut éventuellement procéder à une découpe des bordures du ruban de mat formé, du fait que les bordures peuvent éventuellement présenter une structure ou densité un peu différente de la partie centrale.

On resterait dans le cadre de l'invention si l'on procédait de l'une des façons suivantes :

- 10 a) en liant les fibres du mat par un liant soluble dans l'eau (exemple : un alcool polyvinylique) avant l'aiguilletage puis en enlevant le liant par dissolution dans l'eau ou dans une solution aqueuse avant l'aiguilletage ;
- 15 b) en liant les fibres du mat par un liant soluble dans l'eau (exemple : un alcool polyvinylique) avant l'aiguilletage, puis en enlevant le liant par dissolution dans l'eau ou dans une solution aqueuse après l'aiguilletage ;
- 20 c) en déposant ou projetant les fils sur un film lui-même reposant sur un tapis défilant, puis en enrollant la nappe de fils non lié en même temps que le film (ce dernier empêchant les différentes couches enroulées de se mélanger), pour un éventuel stockage intermédiaire, puis en déroulant le bicouche film/nappe, en enlevant le film et en remettant la nappe sur un tapis défilant pour la poursuite du procédé selon l'invention ;

25 Le mat obtenu par le procédé selon l'invention ne contient pas de liant. Il est symétrique par rapport à un plan qui lui est parallèle et passe dans son milieu. Il a suffisamment de cohésion pour être enrollé en forme de rouleau et être déroulé pour utilisation.

30 L'invention mène notamment à un mat aiguilleté de fils continus ou de fils coupés (de préférence de fils continus) consistant en de la fibre de verre éventuellement ensimée et sans trous d'aiguille visibles à l'œil nu. Ce mat contient donc un maximum de verre pour renforcer le plus possible le composite, en l'absence de matières synthétiques à base de polymères (PP, polyester, etc) non renforçantes pour le composite, hormis les éventuels composants organiques de

l'ensimage des fibres. Ce mat est avantageusement utilisé pour renforcer un composite dans le procédé d'injection en moule fermé (RTM) ou dans le cadre de la technologie SMC, ou pour être imprégné directement de résine pour faire des plaques, notamment particulièrement translucides.

5 Le mat obtenu par le procédé selon l'invention peut être intégré dans un préimprégné en feuille (SMC). Le mat selon l'invention est alors inséré en continu entre deux couches de pâte de résine thermodurcissable. On déroule puis intègre ledit mat directement entre deux couches de pâte de résine. En plus du mat selon l'invention, on n'exclut pas d'ajouter d'autres couches de renfort dans le SMC, 10 comme par exemple des fils coupés, notamment de verre. Par exemple, on peut procéder ainsi :

- déroulement à l'horizontale du mat selon l'invention sur une couche de pâte de résine, puis
- projection sur le mat de fils coupés, puis
- 15 - déroulement d'une couche de pâte de résine sur les fils coupés.

On peut également mettre une couche de fils coupés avant de dérouler le mat selon l'invention.

La feuille de SMC peut servir à la fabrication d'un matériau composite par moulage de la feuille par pression sur ses faces principales conduisant à un 20 élargissement de la feuille dans le moule avant solidification de la résine. Pour le cas où le mat est à fils continus, la feuille de SMC découpée a, avant moulage sous pression, de préférence une surface représentant 50 à 80 % de la surface du moule (et donc de la surface de la pièce finale).

Le fait qu'on n'utilise pas de liant chimique pour réaliser le mat selon 25 l'invention permet de réaliser des composites particulièrement translucides. La demanderesse a en effet constaté que l'absence de liant améliorerait notablement la translucidité du composite final. Pour réaliser de tels composites translucides, on peut notamment utiliser le procédé représenté sur la figure 4. Selon ce procédé, on déroule un film support 41 (généralement en polyester), sur lequel on applique 30 une couche 42 de gelcoat (généralement une résine en polyester). On déroule ensuite le mat 43 selon l'invention sur ladite couche de gelcoat. Un autre film support 44 est déroulé pour recevoir une couche de gelcoat 45, cet ensemble 44/45 étant appliqué sur le mat selon l'invention du côté de la couche de gelcoat. L'ensemble est ensuite soumis à un traitement thermique par l'unité 46 pour durcir

le gelcoat, puis les deux films supports 41 et 44 sont décollés et l'on réceptionne le composite solide en 47. Le cas échéant, on peut donner une forme ou un profil particulier au composite juste avant solidification, par exemple une ondulation (exemple d'utilisation : toitures).

5 La figure 1 représente de façon très schématique le principe de l'aiguilletage grâce auquel les aiguilles accompagnent le mat lorsqu'elles le pénètrent. Le mat 1 avance sous la planche 2 munie d'aiguilles 3 à barbes orientées vers leur support (planche à aiguilles), ladite planche étant animée d'un mouvement à deux composantes, l'une horizontale CH et l'autre verticale CV,
10 grâce à un système de bielles tournant autour d'un point fixe 4. On dimensionne ces différents éléments de la machine pour que la composante horizontale CH soit sensiblement identique à la vitesse du mat VM lorsque les aiguilles sont dans le mat. La représentation de la figure 1 est très schématique, et au simple mouvement circulaire suggéré par la figure 1, même s'il donne déjà satisfaction,
15 on préfère un mouvement elliptique (le grand axe de l'ellipse étant vertical et le petit axe de l'ellipse étant horizontal) permettant à la composante horizontale de mieux suivre la vitesse du mat qui est généralement constante.

 La figure 2 représente une aiguille 3 fixée dans la planche à aiguilles 2. On voit que l'aiguille est munie de barbes 5 dirigées vers la planche à aiguilleter,
20 c'est-à-dire vers le haut lorsque le mat est sous la planche à aiguilles (les barbes sont dirigées comme pour un hameçon).

 La figure 3 représente schématiquement le procédé selon l'invention : les fils imprégnés de liquide d'ensimage et formant la nappe 1 avancent grâce au tapis 6 en direction de l'aiguilleteuse 7. La nappe passe en 8 du tapis 6 à
25 l'aiguilleteuse 7. L'aiguilleteuse comprend deux grands éléments cylindriques perforés 9 et 9' animés en rotation en cohérence avec la vitesse du tapis 6. Ces deux éléments cylindriques ensèrent la nappe pour la faire avancer sans distorsion ou elongations de celle-ci. La planche 2 à aiguilles 3 se trouve à l'intérieur de l'élément cylindrique supérieur (le même système dans le cylindre
30 inférieur) et est animée d'un mouvement elliptique 10 dont la composante horizontale correspond sensiblement à la vitesse VM d'avancée du mat. Les aiguilles traversent l'élément supérieur cylindrique qui est muni d'orifices adaptés, puis la nappe pour l'aiguilleter, puis éventuellement l'élément cylindrique inférieur, puis remontent vers le haut selon une trajectoire elliptique. En sortant de

12

l'aiguilleteuse 7, le mat passe (ou saute) de nouveau en 11 sur un autre tapis 12 qui l'emmène dans l'étuve 13. En sortie d'étuve, le mat peut être enroulé et stocké. Au moment de son utilisation, il peut être déroulé, découpé, déplacé, manipulé, placé et déformé dans le moule d'injection de la façon la plus

5 satisfaisante. Il se laisse bien imprégner par la résine d'injection. Il présente une bonne perméabilité à la résine, surtout s'il est obtenu à partir de fils continus.

13

REVENDEICATIONS

1. Procédé de préparation d'un mat comprenant de la fibre de verre, comprenant :
 - a) la dépose ou projection de fils comprenant des fibres de verre sur un tapis défilant pour former une nappe desdits fils entraînée par ledit tapis, puis
 - b) l'aiguilletage par des aiguilles à barbes traversant ladite nappe et se déplaçant dans la direction de la nappe à sensiblement la même vitesse qu'elle lorsqu'elles la traversent, avec une densité de coups allant de 1 à 25 coups par cm².
2. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que la densité de coups de l'aiguilletage est au plus de 15 coups par cm².
3. Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que la densité de coups de l'aiguilletage est au plus de 10 coups par cm².
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que la densité de coups de l'aiguilletage est d'au moins 2 coups par cm².
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que les fils sont des fils continus comprenant des fibres de verre.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que les fils sont des fils coupés comprenant des fibres de verre.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'aiguilletage est réalisé par des aiguilles fixées sur un support, les barbes des aiguilles étant dirigées vers ledit support.
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la nappe et le mat qui en dérive avancent à la vitesse de 2 à 35 mètres par minute.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la nappe et le mat qui en dérive avancent à la vitesse d'au moins 8 mètres par minute.
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la nappe et le mat qui en dérive avancent à la vitesse d'au plus 20 mètres par minute.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les aiguilles décrivent un mouvement elliptique.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le mat ne contient aucun liant.
- 5 13. Mat de fils continus aiguilleté consistant en de la fibre de verre éventuellement ensimée et sans trous d'aiguille visibles à l'œil nu, lié par des boucles desdits fils.
14. Mat selon la revendication précédente sous forme de rouleau.
- 10 15. Procédé de préparation d'un matériau composite à matrice thermodurcissable comprenant l'imprégnation du mat de la revendication 13 par une résine thermodurcissable.
16. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il est à injection en moule fermé (RTM).
- 15 17. Procédé de préparation d'une feuille de préimprégné (SMC) comprenant l'insertion en continu du mat de la revendication 13 entre deux couches de pâte de résine thermodurcissable.
18. Feuille de préimprégné comprenant le mat de la revendication 13 et une résine thermodurcissable.
- 20 19. Procédé de fabrication d'un matériau composite par moulage de la feuille de la revendication précédente par pression sur ses faces principales conduisant à un élargissement de la feuille avant solidification de la résine.
20. Matériau composite obtenu par le procédé de l'une des revendications 15, 16 ou 19.
- 25 21. Matériau composite à matrice thermodurcissable et à renfort comprenant des filaments de verre continus.

1/3

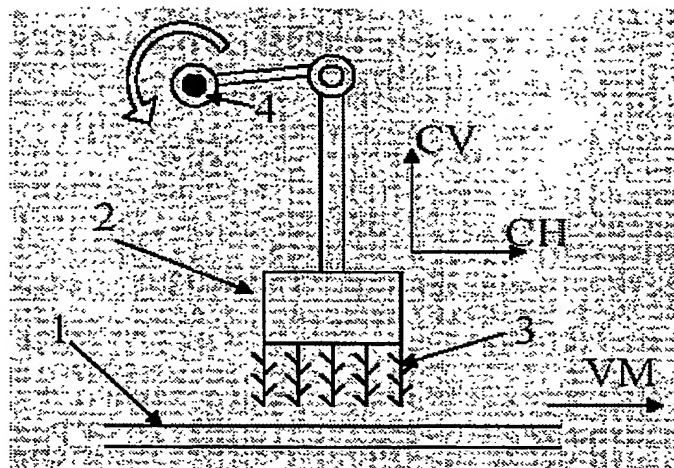


Fig 1

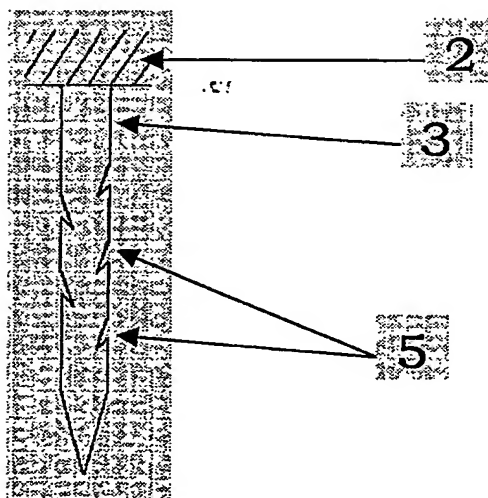


Fig 2

3/3

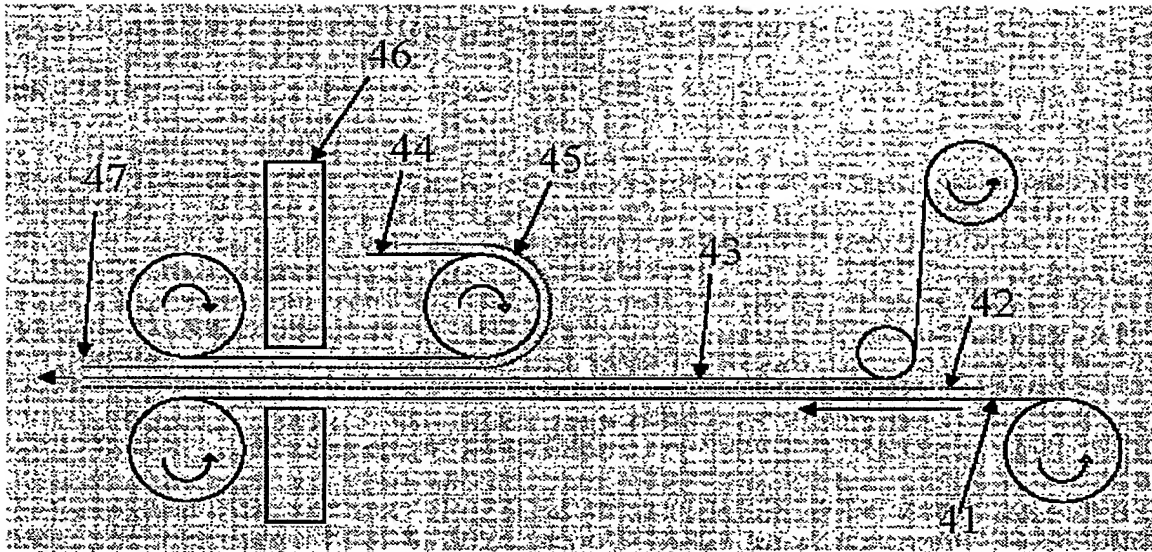


Fig 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/050495

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 D04H3/10 D04H13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 D04H B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 048 887 A (ROCKWOOL MINERALWOLLE) 2 November 2000 (2000-11-02) paragraph '0025! paragraph '0032! paragraph '0045! - paragraph '0046! paragraph '0055! - paragraph '0057!; figure 1	1-5
X	US 4 457 055 A (AMBROSE JERE B ET AL) 3 July 1984 (1984-07-03) column 1, line 5 - line 12 column 4, line 27 - column 4, line 53 column 5, line 6 - line 9; figures 1,2,4	1
X	FR 2 463 221 A (PPG INDUSTRIES INC) 20 February 1981 (1981-02-20) cited in the application	12,13
A	the whole document	1-11
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents .

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of making of the international search report

24 March 2005

24/05/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lanniel, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/050495

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 494 632 A (PPG INDUSTRIES INC) 28 May 1982 (1982-05-28) cited in the application	12, 13
A	the whole document	1-11
X	EP 0 296 970 A (SAINT GOBAIN VETROTEX ; INST TEXTILE DE FRANCE (FR)) 28 December 1988 (1988-12-28)	12, 13
A	the whole document	1-11
Y		18
A	US 6 258 739 B1 (MENG JIAN ET AL) 10 July 2001 (2001-07-10) column 8, line 22 - column 9, line 64	1-13
A	FR 2 833 204 A (SNECMA) 13 June 2003 (2003-06-13) page 7, line 6 - line 24	1-13
A	FR 2 830 878 A (DILO KG MASCHF OSKAR) 18 April 2003 (2003-04-18) the whole document	1
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 02, 26 February 1999 (1999-02-26) & JP 10 306203 A (ASAHI CHEM IND CO LTD), 17 November 1998 (1998-11-17) abstract	18
X		21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 357 (M-540), 2 December 1986 (1986-12-02) & JP 61 154812 A (TOHO RAYON CO LTD), 14 July 1986 (1986-07-14) abstract	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050495

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1048887	A	02-11-2000	DE 19919004 A1 EP 1048887 A2	02-11-2000 02-11-2000
US 4457055	A	03-07-1984	NONE	
FR 2463221	A	20-02-1981	US 4277531 A BE 884641 A1 CA 1139087 A1 CH 638000 A5 DE 3029442 A1 DE 3050887 C2 FR 2463221 A1 GB 2055921 A ,B IT 1130713 B JP 56049255 A NL 8001433 A ,C	07-07-1981 05-02-1981 11-01-1983 31-08-1983 12-02-1981 28-11-1985 20-02-1981 11-03-1981 18-06-1986 02-05-1981 10-02-1981
FR 2494632	A	28-05-1982	US 4335176 A BE 887584 A1 CA 1174579 A1 CH 647977 A5 DE 3112496 A1 FR 2494632 A1 GB 2088282 A ,B IT 1135372 B JP 1321964 C JP 57087947 A JP 60038266 B NL 8100400 A ,B,	15-06-1982 19-08-1981 18-09-1984 28-02-1985 01-07-1982 28-05-1982 09-06-1982 20-08-1986 11-06-1986 01-06-1982 30-08-1985 16-06-1982
EP 0296970	A	28-12-1988	FR 2617208 A1 AT 66503 T BR 8803002 A CA 1308890 C DE 3864331 D1 DK 347888 A EP 0296970 A1 ES 2025797 T3 FI 883033 A ,B, GR 3002949 T3 IE 61280 B1 JP 1026770 A NO 882537 A ,B, PT 87837 A ,B US 5018255 A	30-12-1988 15-09-1991 10-01-1989 20-10-1992 26-09-1991 27-12-1988 28-12-1988 01-04-1992 27-12-1988 25-01-1993 19-10-1994 30-01-1989 27-12-1988 31-05-1989 28-05-1991
US 6258739	B1	10-07-2001	AT 263263 T DE 69916112 D1 DE 69916112 T2 EP 1141462 A2 ES 2219109 T3 WO 0027622 A2 US 2001000500 A1	15-04-2004 06-05-2004 17-02-2005 10-10-2001 16-11-2004 18-05-2000 26-04-2001
FR 2833204	A	13-06-2003	FR 2833204 A1 CA 2413842 A1 CN 1424287 A DE 10257683 A1	13-06-2003 11-06-2003 18-06-2003 26-06-2003

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050495

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2833204	A		GB 2383053 A	18-06-2003
			JP 2003213554 A	30-07-2003
			US 2003136502 A1	24-07-2003
FR 2830878	A	18-04-2003	DE 10150883 A1	17-04-2003
			FR 2830878 A1	18-04-2003
JP 10306203	A	17-11-1998	NONE	
JP 61154812	A	14-07-1986	JP 1575158 C	20-08-1990
			JP 2000169 B	05-01-1990

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Depôt international No
PCT/FR2004/050495

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 D04H3/10 D04H13/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 D04H B29C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 048 887 A (ROCKWOOL MINERALWOLLE) 2 novembre 2000 (2000-11-02) alinéa '0025! alinéa '0032! alinéa '0045! - alinéa '0046! alinéa '0055! - alinéa '0057!; figure 1	1-5
X	US 4 457 055 A (AMBROSE JERE B ET AL) 3 juillet 1984 (1984-07-03) colonne 1, ligne 5 - ligne 12 colonne 4, ligne 27 - colonne 4, ligne 53 colonne 5, ligne 6 - ligne 9; figures 1,2,4	1
X	FR 2 463 221 A (PPG INDUSTRIES INC) 20 février 1981 (1981-02-20) cité dans la demande	12,13
A	le document en entier	1-11
-/--		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 mars 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/05/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax. (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lanniel, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem... Internationale No

PCT/FR2004/050495

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 494 632 A (PPG INDUSTRIES INC) 28 mai 1982 (1982-05-28) cité dans la demande	12,13
A	le document en entier -----	1-11
X	EP 0 296 970 A (SAINT GOBAIN VETROTEX ; INST TEXTILE DE FRANCE (FR)) 28 décembre 1988 (1988-12-28)	12,13
A	le document en entier	1-11
Y	-----	18
A	US 6 258 739 B1 (MENG JIAN ET AL) 10 juillet 2001 (2001-07-10) colonne 8, ligne 22 - colonne 9, ligne 64 -----	1-13
A	FR 2 833 204 A (SNECMA) 13 juin 2003 (2003-06-13) page 7, ligne 6 - ligne 24 -----	1-13
A	FR 2 830 878 A (DILO KG MASCHF OSKAR) 18 avril 2003 (2003-04-18) le document en entier -----	1
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 02, 26 février 1999 (1999-02-26) & JP 10 306203 A (ASAHI CHEM IND CO LTD), 17 novembre 1998 (1998-11-17) abrégé	18
X	-----	21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 357 (M-540), 2 décembre 1986 (1986-12-02) & JP 61 154812 A (TOHO RAYON CO LTD), 14 juillet 1986 (1986-07-14) abrégé -----	1-21

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/050495

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1048887	A	02-11-2000	DE 19919004 A1 EP 1048887 A2	02-11-2000 02-11-2000
US 4457055	A	03-07-1984	AUCUN	
FR 2463221	A	20-02-1981	US 4277531 A BE 884641 A1 CA 1139087 A1 CH 638000 A5 DE 3029442 A1 DE 3050887 C2 FR 2463221 A1 GB 2055921 A ,B IT 1130713 B JP 56049255 A NL 8001433 A ,C	07-07-1981 05-02-1981 11-01-1983 31-08-1983 12-02-1981 28-11-1985 20-02-1981 11-03-1981 18-06-1986 02-05-1981 10-02-1981
FR 2494632	A	28-05-1982	US 4335176 A BE 887584 A1 CA 1174579 A1 CH 647977 A5 DE 3112496 A1 FR 2494632 A1 GB 2088282 A ,B IT 1135372 B JP 1321964 C JP 57087947 A JP 60038266 B NL 8100400 A ,B,	15-06-1982 19-08-1981 18-09-1984 28-02-1985 01-07-1982 28-05-1982 09-06-1982 20-08-1986 11-06-1986 01-06-1982 30-08-1985 16-06-1982
EP 0296970	A	28-12-1988	FR 2617208 A1 AT 66503 T BR 8803002 A CA 1308890 C DE 3864331 D1 DK 347888 A EP 0296970 A1 ES 2025797 T3 FI 883033 A ,B, GR 3002949 T3 IE 61280 B1 JP 1026770 A NO 882537 A ,B, PT 87837 A ,B US 5018255 A	30-12-1988 15-09-1991 10-01-1989 20-10-1992 26-09-1991 27-12-1988 28-12-1988 01-04-1992 27-12-1988 25-01-1993 19-10-1994 30-01-1989 27-12-1988 31-05-1989 28-05-1991
US 6258739	B1	10-07-2001	AT 263263 T DE 69916112 D1 DE 69916112 T2 EP 1141462 A2 ES 2219109 T3 WO 0027622 A2 US 2001000500 A1	15-04-2004 06-05-2004 17-02-2005 10-10-2001 16-11-2004 18-05-2000 26-04-2001
FR 2833204	A	13-06-2003	FR 2833204 A1 CA 2413842 A1 CN 1424287 A DE 10257683 A1	13-06-2003 11-06-2003 18-06-2003 26-06-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dep. de l'Organisation Internationale No

PCT/FR2004/050495

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2833204 A		GB 2383053 A JP 2003213554 A US 2003136502 A1	18-06-2003 30-07-2003 24-07-2003
FR 2830878 A	18-04-2003	DE 10150883 A1 FR 2830878 A1	17-04-2003 18-04-2003
JP 10306203 A	17-11-1998	AUCUN	
JP 61154812 A	14-07-1986	JP 1575158 C JP 2000169 B	20-08-1990 05-01-1990

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.